

PHYTOTOXICITÉ DU FLUOR DE CERTAINS PHOSPHATES SUR COCOTIERS EN PÉPINIÈRE

C. BRUNIN et M. OUVRIÈR

Directeur Chargé de Recherches
Station I. R. H. O., Port-Bouët, Côte-d'Ivoire (*)

INTRODUCTION

Dans une étude publiée en mars 1962 Bachy, Briolle et Villemain [1] démontraient l'action positive et significative du phosphore sur la croissance des jeunes plants de cocotiers en pépinière.

Cet effet du phosphore a été confirmé à maintes reprises sur cocotiers adultes [2], [3] et [4].

En Côte-d'Ivoire, le phosphore était habituellement appliqué sous forme de phosphate bicalcique importé. En 1971, il a été envisagé de le remplacer par du superphosphate simple, 18 p. 100 de P_2O_5 , fabriqué à partir des phosphates naturels du Togo par une usine d'engrais nouvellement créée à Abidjan.

Une expérimentation simple fut donc entreprise en pépinière pour vérifier si l'action de ce nouvel engrais était comparable à celle du phosphate bicalcique, et rapidement des nécroses sont apparues sur les feuilles des jeunes plants fumés au superphosphate simple.

Les observations et expérimentations rapportées dans cette note ont prouvé que cette phytotoxicité était due au fluor contenu dans les composés apatitiques du minerai d'origine.

Deux substrats furent comparés :

— le premier était constitué de sable extrait des sols lessivés du cordon littoral (1), (sols acides, pauvres en bases et en matière organique) ;

— le second provenait des sols sablo-argileux des terrains bordant la lagune Ebrié et ayant subi une évolution ferrallitique.

On trouvera en annexe les résultats d'analyse pour chacun de ces deux types de sol.

Les applications d'engrais ont toujours été fractionnées : 1/6 de la dose à 1 mois, 1/3 à 3 mois et 1/2 à 5 mois.

Les plants ont constamment été arrosés à raison de 1 litre d'eau tous les deux jours.

Le premier essai mis en place, PB/ES 68, avait pour but de comparer les effets des différents engrais phosphatés sur la croissance des jeunes cocotiers en pépinière (Tabl. I) (substrat de sable blanc du cordon littoral).

Ainsi le superphosphate donnait les teneurs en P les plus élevées, alors que les différences de croissance,

DESCRIPTION ET RÉSULTATS DES ESSAIS

Des essais furent entrepris sur jeunes cocotiers de 0 à 6 mois élevés selon la technique des pépinières en sacs de plastique [5].

(*) I. R. H. O. : Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux, Paris.

(1) Partie du cordon littoral située au Nord de la Station de Port-Bouët entre Abidjan et Grand-Bassam.

TABLEAU I. — PB/ES 68. — Comparaison des différents phosphates sur la nutrition et le développement de plants de 5 mois (sur sable blanc)

Traitements	Teneurs en éléments (Feuille 1)		Circonférence au collet (cm)
	P (en p. 100)	F (en ppm)	
Témoin sans phosphate	0,158	1,5	10,5
A = Super simple 140 g par plant	0,450 **	1,5	10,9
B = Phosphate bicalcique 60 g par plant	0,301 **	2,9	11,1
C = Phosphate tricalcique 72 g par plant	0,183	4,8	10,4
D = Phosphate tricalcique 144 g par plant	0,189	2,9	10,3

TABLEAU II. — Composition des engrais phosphatés ; quantités de P_2O_5 et F apportées par plant

Engrais	Composition des engrais			Apport par plant (g)		
	F (p. 100)	P_2O_5 (p. 100)	Rapport P_2O_5/F	Engrais	P_2O_5	F
Superphosphate simple	2,15	18	8,4	140	24	3,01
Phosphate tricalcique du Togo	3,71	37	10,0	65	24	2,41
Phosphate bicalcique	0,67	42	60,7	60	24	0,40



FIG. 1. — Dégâts dus au fluor, A gauche, par application de CaF_2 , à droite, par fumure à base de superphosphate simple.

d'ailleurs peu marquées, étaient en faveur du phosphate bicalcique. Par ailleurs, des nécroses apparaissent sur les feuilles de tous les plants recevant le phosphore sous forme de superphosphate et de phosphate tricalcique (Fig. 1), symptômes en liaison, semble-t-il, avec la richesse en F des feuilles et également avec la composition des engrais (Tabl. I et II).

Un essai complémentaire, PB/ES 76, mis en place pour étudier, en l'absence de tout autre traitement, l'effet de doses croissantes de phosphate tricalcique, confirmait la liaison entre ces applications et l'apparition de nécroses (Tabl. III).

Un troisième essai, PB/ES 81, fut mis en place pour étudier l'action de doses croissantes du fluorure de calcium, le substrat étant comme précédemment constitué de sable blanc lessivé. Trente jours après l'application du premier fractionnement, les feuilles commencèrent à se nécroser et toutes, pratiquement, l'étaient au bout de 6 mois (Tabl. IV).

Les nécroses provoquées par le fluorure de calcium sont en **tous points comparables** à celles observées après les applications de superphosphate et de phosphate tricalcique, ce qui renforce l'hypothèse avancée à l'issue de PB/ES 68.

TABLEAU III. — PB/ES 76. — Effet toxique du phosphate tricalcique (sur sable blanc)

Traitements	Plants nécrosés (p. 100)			Feuilles nécrosées à 6 mois (p. 100)
	2 mois	4 mois	6 mois	
T = Témoin sans phosphate	0	0	0	0
A = 18 g de phosphate tricalcique par plant	0	60	73	74
B = 36 g par plant	0	80	87	88
C = 54 g —	40	93	100	99
D = 72 g —	47	100	100	91
E = 90 g —	33	100	100	94

TABLEAU IV. — PB/ES 81. — Action du fluorure de calcium sur l'aspect végétatif de cocotiers en pépinière

Objets-Doses de fluorure de calcium (g de CaF_2 /plant)	Quantités de F (g/plant)	Feuilles nécrosées (p. 100)			Circonférence au collet à 6 mois (cm)
		3 mois	4 mois 1/2	6 mois	
T = Témoin sans CaF_2		0	0	0	11,4
A = 0,72	0.35	13	38	97	10,2
B = 1,44	0.70	24	58	98	10,9
C = 2,16	1.05	63	83	100	10,3
D = 2,88	1.40	72	82	100	10,9
E = 3,60	1.80	66	85	100	11,1

Description et évolution des symptômes.

Les premiers symptômes, apparaissant environ 30 jours après l'application des engrais, sont constitués de taches brunes circulaires d'aspect huileux, le long des nervures, soit au milieu, soit à l'extrémité des feuilles.

Ces taches deviennent confluentes formant des plaques brunes, allongées, avec une bordure plus claire.

Le dessèchement complet des zones atteintes, en particulier l'extrémité des feuilles, s'observe dans la troisième semaine qui suit l'apparition des premières taches.

Aucun cas de mortalité n'a pu être observé.

Enfin, deux autres essais ont été mis en place pour préciser l'influence des caractéristiques physicochimiques du substrat sur l'évolution du phénomène.

L'essai PB/ES 84 étudie les effets de doses croissantes de fluorure de calcium, en présence de phosphate bicalcique (60 g par plant appliqués en 3 fois) et sur deux substrats (sable blanc lessivé et sol sablo-argileux).

Les résultats de cet essai, résumés dans le tableau V, indiquent que sur sol sablo-argileux, il n'y a aucun effet phytotoxique du fluor, alors qu'avec le substrat constitué de sables blancs lessivés, le taux de feuilles nécrosées est proportionnel aux quantités apportées de fluor, avec cependant une atténuation des dégâts sur les plants les plus âgés.

L'essai PB/ES 85 étudie la phytotoxicité du fluor contenu dans le superphosphate, en fonction du pH du sol que l'on fait varier par apports de chaux éteinte mélangée aux substrats avant le repiquage.

La dose de superphosphate, 72 g, épandue uniformément sur tous les plants, correspond à 1,55 g de F ou 3,20 g de CaF_2 .

Les résultats (Tabl. VI) semblent confirmer que la phytotoxicité du superphosphate sur sables blancs diminue lorsque l'on apporte des doses croissantes de chaux éteinte ; en outre, comme dans l'essai PB/ES 84, les phénomènes de toxicité ne se produisent pratiquement pas si le substrat provient des formations sablo-argileuses situées sur la bordure Sud de la lagune Ebrié, différence de comportement qui se retrouve dans la richesse en F des feuilles.

TABLEAU V. — PB/ES 84. — Phytotoxicité de doses croissantes de fluorure de calcium selon le type de substrat (sable blanc lessivé et sol sablo-argileux)

Substrat	pH du sol	Objets (g/plant)		F total (g/plant) (1)	Feuilles nécrosées (p. 100)			Circonférence au collet à 6 mois (cm)
		CaF_2	F		2 mois	4 mois (1/2 dose)	6 mois (dose entière)	
<i>Sol sablo-argileux</i>	—	A = 0,16	0,08	0,48	0 (0,08)	0 (0,24)	0 (0,48)	14,4
	—	B = 0,32	0,16	0,56	0 (0,09)	0 (0,28)	0 (0,56)	14,2
	5,6	C = 0,48	0,24	0,64	0 (0,11)	0 (0,32)	0 (0,64)	13,7
<i>Sable blanc lessivé</i>	—	A = 0,16	0,08	0,48	0 (0,08)	13 (0,24)	6 (0,48)	12,5
	—	B = 0,32	0,16	0,56	0 (0,09)	22 (0,28)	16 (0,56)	11,1
	5,8	C = 0,48	0,24	0,64	0 (0,11)	34 (0,32)	20 (0,64)	12,4

(1) Y compris l'apport de 60 g de phosphate bicalcique/plant pour tous les traitements (apport également fractionné).
() représente en g, les quantités de F épandues avant la date de l'observation.

TABLEAU VI

PB/ES 85. — Effet phytotoxique du superphosphate (72 g/plant) en fonction des types de substrats et de leur pH

Substrat	Traitements (g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ par plant)	pH du sol	Feuilles nécrosées (p. 100)			Circonférence au collet à 6 mois	Teneur en F des feuilles (rang 1) (p. p. m.)
			2 mois	4 mois	6 mois		
<i>Sol sablo-argileux</i>	T = 0 g	5,3	1	1	3	14,0	1,0
	A = 30 g	5,8	1	1	1	12,4	0,5
	B = 60 g	7,0	0	0	1	11,9	2,0
	C = 90 g	7,6	0	1	2	11,5	0,5
<i>Sable blanc lessivé</i>	T = 0 g	6,2	20	43	67	11,1	5,3
	A = 30 g	6,0	4	25	50	11,7	5,6
	B = 60 g	7,1	32	38	56	11,2	3,2
	C = 90 g	7,9	6	28	44	11,7	3,2

DISCUSSION

Les résultats expérimentaux exposés plus haut confirment qu'avec un substrat extrêmement sableux, moins de 2 p. 100 d'argile, à pH et à complexe absorbant faibles, le phosphate naturel du Togo et le superphosphate fabriqué à partir de ce même phosphate naturel, provoquent des nécroses sur les jeunes plants en pépinière.

1° Ces nécroses sont bien dues au fluor car :

a) elles ne se produisent pas en présence de phosphate bicalcique moins riche en fluor, 0,67 p. 100 de F, que le tricalcique, 3,7 p. 100 de F, ou le superphosphate simple, 2,15 p. 100 ;

b) les nécroses observées avec le superphosphate ont pu être reproduites en appliquant, soit du fluorure de calcium, soit un mélange de phosphate bicalcique et de fluorure de calcium ;

c) les résultats des analyses montrent que les plants recevant du superphosphate ou du phosphate tricalcique ont des teneurs en fluor beaucoup plus élevées que ceux recevant du phosphate bicalcique (Tabl. I) ;

d) l'analyse d'autres oligo-éléments (B, Mn, Mo, Sn, V, Cu, Ag, Ni, Co, Ti, Cr et Al) n'a pas permis de déceler de différences de teneurs entre les plants, leur toxicité ne pouvant donc être incriminée.

2° Les différentes expériences ont montré, par ailleurs, une légère diminution de la sensibilité des plants avec l'âge et surtout une influence prépondérante du type de sol :

a) les applications de quantités croissantes de chaux, en rendant le substrat très basique, ont, dans le cas des sables blancs lessivés de PB/ES 85, légèrement diminué la richesse des feuilles en F, avec, corrélativement, une tendance à la réduction du pourcentage de feuilles nécrosées ;

b) ce même essai a surtout montré (Tabl. VI) que la réaction des plants était essentiellement liée au type de substrat, pratiquement aucune nécrose n'apparaissant sur sol sablo-argileux. On peut rapprocher cette observation [6] de leur richesse plus forte en Ca et P par rapport aux sables blancs lessivés (Annexe).

Ainsi les sols sablo-argileux renferment en moyenne dans leurs deux premiers horizons 10 fois plus de P et 2 fois plus de Ca que les sables blancs, ce qui favorise la formation de complexes plus ou moins insolubles, tels que des fluorures de calcium. Brewer [6] signale également la possibilité de fixation de F dans certains sols sous forme de fluosilicate d'aluminium.

CONCLUSION

L'expérimentation entreprise pour déterminer les

causes de la phytotoxicité de certains phosphates sur jeunes cocotiers en pépinière a prouvé que

— cette toxicité était due au fluor contenu dans ces engrais ;

— les nécroses apparaissent uniquement avec un substrat constitué de sable blanc lessivé, pauvre en bases échangeables, surtout Ca, et en P total. La richesse en matière organique pourrait également entrer en ligne de compte.

Sur un plan pratique, lorsque l'on devra apporter une fumure phosphatée aux pépinières de cocotiers, on tiendra compte des éléments suivants pour déterminer la conduite à adopter :

— caractéristiques physicochimiques du substrat,
— teneurs respectives en F et en P_2O_5 des engrais disponibles.

En règle générale, le fluor contenu dans le phosphate bicalcique, aux doses couramment utilisées pour corriger la déficience en P n'est jamais phytotoxique sur cocotiers en pépinière quelle que soit l'origine du substrat.

Il y a lieu par ailleurs de préciser qu'en plantation de cocotier, une fumure phosphatée, sous quelque forme que ce soit, ne posera pas de problème quant à la phytotoxicité du fluor.

Les doses qui y sont appliquées, par rapport à l'unité de volume de terre, sont beaucoup plus faibles que dans le cas de pépinières en sacs. D'autre part, cette fumure en plantation concerne des poids de matière sèche nettement plus importants qu'en pépinière.

Remerciements.

Les auteurs tiennent à remercier MM. Guittou et Coomans qui ont participé à la réalisation pratique de certains essais.

ANNEXE. — Résultats des analyses de sols

Profondeur (cm)	Sable lessivé			Sable argileux		
	0-25	25-50	50-80	0-25	25-50	50-60
Matière organique p. 100	0,40	0,22	0,36	1,15	1,01	0,75
Azote p. 1000	0,25	0,12	0,18	0,59	0,45	0,33
pH eau	5,2	5,2	5,1	5,4	5,4	5,2
Eléments totaux :						
P ppm.	24	15	10	184	277	395
S ppm.	100	102	71	77	99	55
Fe p. 1000	3,0	3,5	3,0	3,8	4,7	5,8
Bases échangeables me :						
Ca	3,1	1,6	1,8	4,4	3,9	3,2
Mg	0,05	0,00	0,00	0,55	0,37	0,20
Na	0,05	0,05	0,07	0,03	0,04	0,04
K	0,02	0,02	0,02	0,07	0,07	0,06
S	3,22	1,67	1,89	5,05	4,38	3,50

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BACHY A., BRIOLLE Ch. et VILLEMANN G. (1962). — Etude de la fumure des pépinières de cocotiers en Côte-d'Ivoire et au Dahomey. *Oléagineux*, 17, N° 3, p. 161-164.
- [2] BRUNIN C. (1968). — Phosphate et cocotier adulte. *Oléagineux*, 23, N° 5, p. 303-307.
- [3] CHILD R. (1950). — Recent research on the coconut palm with special reference to Ceylon. *Emp. J. Exper. Agric.*, 18, N° 71, p. 177-189.
- [4] EDEN J., GOWER J. G. and SALGADO M. L. M. (1963). — A factorial fertilizer experiment on coconuts. *J. Exper. Agric.*, 31, N° 134, p. 283-295.
- [5] ROGNON F. (1971). — Les pépinières de cocotiers en sacs de plastique. *Oléagineux*, 26, N° 5, p. 307-310.
- [6] BREWER R. F. (1966). — Fluorine. In : *Diagnostic criteria for plants and soils* (ed. H. D. CHAPMAN). University of California, Riverside, U. S. A., p. 180-196.